

PURIFIKASI BIOGAS (CO_2 , H_2S) Dengan ABSORBEN (CaO , NaOH)

Mufidatul Islamiyah^{1*}, Totok Soehartanto¹, Ridho Hantoro¹

¹Jurusan Teknik Fisika - FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia¹

Sukolilo Surabaya 60111

Email: mufidatulislamiyah@gmail.com

ABSTRAK

Kandungan metana pada biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan, tetapi selain metana ada kandungan lain dalam biogas yang mengandung impurity seperti CO_2 dan H_2S . Kehadiran gas tersebut dapat menurunkan kualitas biogas serta dapat menyebabkan korosif pada peralatan, oleh sebab itu perlu dilakukan pemurnian pada biogas agar kualitas biogas semakin tinggi dan korosif pada peralatan semakin kecil. Pemurnian kadar gas CO_2 dan H_2S perlu dilakukan dengan menggunakan metode scrubber, dimana scrubber merupakan menara tegak yang tingginya 1,5 meter. Scrubber ini dilengkapi dengan tray trap yang berfungsi sebagai tempat aliran gas dan tempat absorbent NaOH dan CaO . Hasil pemurnian dengan menggunakan NaOH dapat menurunkan kadar CO_2 sampai 24 % dan untuk H_2S mencapai 77%, sedangkan dengan menggunakan CaO dapat menurunkan kadar CO_2 sebesar 0,1 % dan untuk kadar H_2S sebesar 21,2%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan absorbent CaO dan NaOH dapat disimpulkan bahwa absorbent paling baik dalam pemurnian biogas adalah NaOH tetapi bahan ini juga memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami regenerasi dibandingkan CaO .

Kata kunci : kandungan biogas, pemurnian, scrubber, NaOH , CaO .

1. PENDAHULUAN

Komposisi utama biogas adalah metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan Hidrogen sulfida (H_2S) [1]. Tetapi komposisi ini tergantung pada sumber biogas misalnya biogas dari limbah organik mengandung metana (CH_4) 55% - 65%, karbondioksida (CO_2) 35% - 45 % dan 1% nitrogen (N_2), sementara biogas dari sampah organik mengandung 60% - 70% metana (CH_4), dan 1% N_2 dan komposisi biogas pada tempat pembuangan sampah mengandung metana 45% - 55%, CO_2 dari 30% - 40% dan N_2 5% sampai 15% [2].

Referensi lain menyatakan bahwa untuk komponen biogas bervariasi tergantung pada substratnya, misalnya biogas yang diperoleh dari kotoran sapi mengandung metana (CH_4) 66%, karbondioksida (CO_2) 33% dan untuk hidrogen sulfida (H_2S) 1%, sedangkan kandungan untuk sekam padi 65% metana, 33% karbondioksida dan 2% hidrogen sulfida, dan untuk limbah kertas kandungan metana yang dimiliki adalah 72% metana, 24% karbon dioksida dan 3% hidrogen sulfida oleh karena itu substrat yang paling baik digunakan sebagai biogas adalah dari kotoran sapi karena kandungan hidrogen sulfida paling kecil [3].

Hidrogen sulfida (H_2S) merupakan polutan beracun yang kandungannya banyak ditemukan di dalam minyak, pengolahan limbah dan pada gas alam, di samping polutan juga merupakan gas yang berbau busuk [4]. Menurut *the Environmental Protection Agency* (EPA) mengklasifikasikan bahwa gas alam merupakan gas asam, hal ini disebabkan karena kehadiran Hidrogen sulfida (H_2S) yang merupakan pengotor yang dominan pada gas alam, jumlah Hidrogen sulfida (H_2S) yang lebih besar dari 5,7 mg/Nm^3 dapat menyebabkan biogas dikatakan sebagai gas asam [5], sehingga konsentrasi H_2S dalam biogas harus lebih kecil dari 15 ppm [1].

Referensi lain menyatakan bahwa kandungan H_2S yang diijinkan maksimal 5 ppm, karena lebih dari 5 ppm berbahaya bagi kesehatan manusia [6]. Oleh sebab itu pengurangan Hidrogen sulfida (H_2S) dalam biogas perlu dilakukan agar kandungan asam biogas semakin kecil, ada beberapa metode yang digunakan dalam penghapusan hidrogen sulfida (H_2S) meliputi proses karbonat, penyerapan menggunakan bahan padat, serta penyerapan fisik [5].

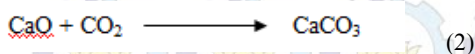
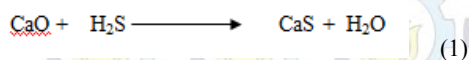
Selain hidrogen sulfida (H_2S), karbondioksida (CO_2) merupakan kontaminan dalam biogas keberadaannya dapat menurunkan kalor pada biogas

serta dapat menyebabkan korosi pada peralatan, oleh karena itu menghilangkan kotoran gas asam seperti CO_2 dan H_2S pada biogas perlu dilakukan sebelum diaplikasikan untuk bahan bakar [8]. kandungan karbon dioksida (CO_2) dalam biogas harus lebih kecil dari 4% karena semakin kecil kadar karbon dioksida (CO_2) maka kalor dalam bahan bakar semakin tinggi [1].

Menurut referensi lain ketika biogas digunakan sebagai bahan bakar, penggunaan yang berbeda memiliki konsentrasi karbon dioksida (CO_2) yang berbeda pula. Dalam rangka memenuhi spesifikasi bahan bakar gas CO_2 harus di hapus, jumlah maksimum karbon dioksida tidak boleh melebihi 2% dalam saluran pipa bahan bakar agar kualitas metana dalam biogas semakin besar, penghapusan karbon dioksida juga penting untuk mencegah pelatitan dan pipa dari korosi [7].

Saat ini ada empat metode yang di gunakan untuk menghilangkan karbon dioksida (CO_2) dan hidrogen sulfida (H_2S) dari biogas untuk mencapai standar bahan bakar yang berkualitas, metode itu antara lain: *water absorption*, penyerapan *polyethylene glycol*, saringan molekul karbon dan pemisahan member [9].

Metode ini telah dilakukan oleh aburrakhman pada 2013 dengan merancang water scrubber dengan bahan absorben air (H_2O) dan CaO yang dapat mereduksi gas CO_2 21% sedangkan H_2S sampai 75%. Disamping dari penelitian yang di lakukan oleh aburrakhman pada 2013 CaO ini juga mudah berreaksi dengan H_2S dan CO_2 , seperti pada yang di tunjukkan oleh persamaan reaksi berikut ini:

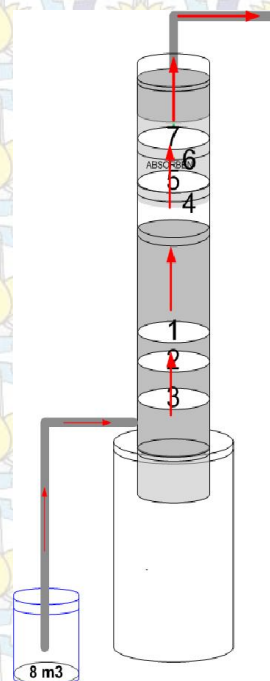


Penelitian lain juga melakukan pemurnian biogas dengan menggunakan larutan Ca(OH)_2 dan NaOH dapat memurnikan kadar CO_2 sebesar 47%, metana 53% sedangkan hidrogen sulfida (H_2S) 2% dengan menggunakan larutan Ca(OH)_2 dapat menurunkan kadar CO_2 91 %, meningkatkan kadar metan (CH_4) 44,1 % ,sedangkan untuk absorben NaOH dapat menurunkan

kadar CO_2 93 %, meningkatkan kadar metan (CH_4) 44,4 % tetapi penelitian ini bergantung pada waktu dan regenerasi yang paling cepat mngalami regenerasi adalah Ca(OH)_2 terjadi selama 50 menit sedangkan untuk NaOH terjadi selama 100 menit [10]. Berangkat dari kedua metode tersebut maka penelitian di lakukan dengan menggunakan dua metode adsorpsi dan absorpsi pada satu kolom, dimana bahan yang di gunakan adalah air karbon oksida dan natrium oksida dengan harapan dapat menurunkan kadar CO_2 dan H_2S dalam biogas semakin kecil.

2. Metodologi.

Mekanisme pengambilan data pada penelitian ini adalah biogas yang berasal dari reaktor di alirkan ke bawah kolom purifikasi, dimana kolom purifikasi di lengkapi dengan tray trap. Trya trap berfungsi sebagai tempat absorben serta tempat aliran gas yang masuk kedalam kolom purifikasi agar laju aliran yang terjadi konstan. Biogas sebelum di purifikasi diukur kadarnya gas CO_2 dan H_2S dengan tujuan membandingkan kadar CO_2 dan H_2S setelah di Purifikasi. Alat ukur kadar CO_2 menggunakan Ekom J2KN, sedangkan untuk mengukur kadar H_2S menggunakan alat photon VAC 2020, berikut desain alat pemurnian biogas .



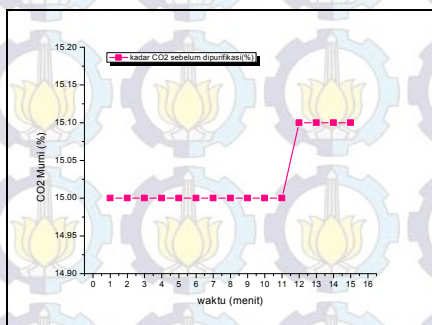
Gambar 1 alat purifikasi

Tabel 1. Komponene scrubber

1	Tray trap
2	Tray trap
3	Tray trap
4	Tray trap
5	kasa
6	Tray trap
7	Kasa

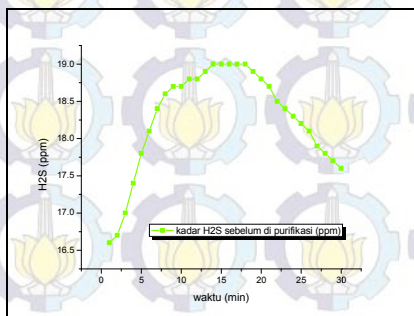
3. Hasil dan diskusi

Hasil pengukuran CO₂ sebelum dipurifikasi adalah sebagai berikut:



Gambar 2 grafik CO₂ murni

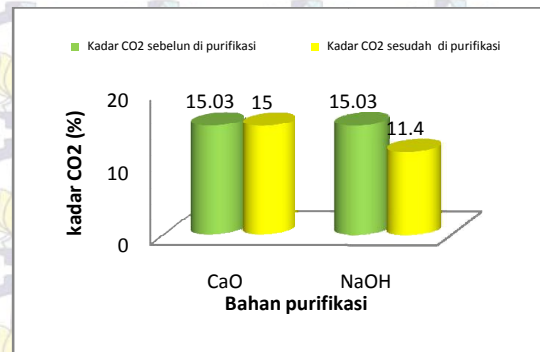
Berdasarkan grafik di atas maka dapat disimpulkan bahwa kadar CO₂ dalam waktu 15 menit dengan volume reaktor 8 m³ adalah 15% sedangkan untuk kadar H₂S dalam waktu 30 menit adalah 17 – 19 ppm berikut adalah gambar H₂S murni, berikut adalah gambar hasil pengukuran kadar H₂S sebelum di purifikasi.



Gambar 3 grafik H₂S murni

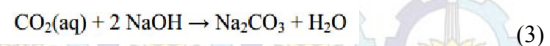
Pengukuran kadar H₂S dilakukan selama 30 menit karena pada menit 19 sampai menit ke 30 mengalami menurun kadar H₂S sampai 17 ppm dimana kadar ini merupakan kadar yang sama di menit pertama, maka

diasumsikan bahwa kadar H₂S sebesar 17 -19 ppm. Sedangkan hasil pemurnian gas CO₂ dengan menggunakan absorben CaO, NaOH adalah sebagai berikut:

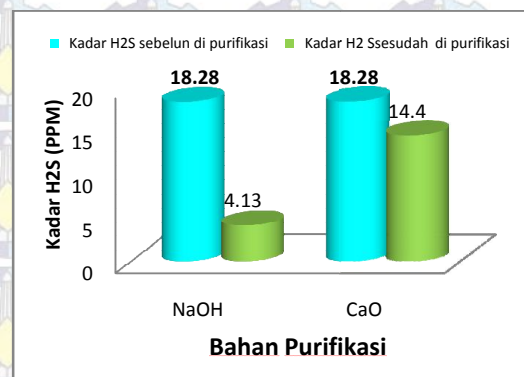


Gambar 4 grafik hasil purifikasi CO₂

Berdasarkan grafik diatas adalah pemurnian gas CO₂ dan H₂S dengan menggunakan absorben CaO dan NaOH. Berdasarkan grafik yang diperoleh bahwa kadar CO₂ dengan menggunakan absorben CaO berkurang sebesar 0.1 %, bila menggunakan NaOH kadar CO₂ berkurang sebesar 24%. Kadar CO₂ paling baik dalam penyerapan kadar CO₂ dengan menggunakan absorben NaOH, karena absorben ini mudah larut dalam air sehingga juga mudah berreaksi dengan gas CO₂ berikut adalah reaksi antara NaOH dengan CO₂:



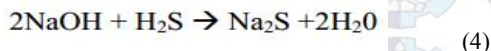
Hasil pemurnian H₂S dengan menggunakan absorben NaOH dan CaO adalah sebagai berikut:



Gambar 5 grafik hasil purifikasi H₂S

Berdasarkan gambar 5 adalah hasil grafik pemurnian untuk gas H₂S yang dilakukan selama 30 menit. Kadar H₂S dengan menggunakan absorben CaO dapat menurunkan kadar H₂S sebesar 21% dan NaOH dapat menurunkan kadar H₂S sebesar 77,4%, hasil pemurnian pada gas H₂S

paling baik penyerapan dengan menggunakan NaOH. Reaksi pembentukan NaOH dengan H₂S adalah sebagai berikut:



Berdasarkan persamaan 4 menghasilkan Na₂CO₃, dimana Na₂CO₃ merupakan senyawa kimia yang berfungsi sebagai bahan bantu kimia dalam proses netralisasi. Na₂CO₃ bersifat basa, jadi bila ada air yang bersifat asam bisa di netralkan dengan menambahkan Na₂CO₃.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa NaOH paling efektif dalam mereduksi H₂S dan CO₂ tetapi juga mudah mengalami regenerasi. Pada penelitian ini NaOH yang digunakan adalah 188,4 gr dan bisa mereduksi gas selama 75 menit, sedangkan CaO tidak mengalami perubahan hal ini disebabkan karena CO₂ belum berreaksi dengan CaO. Pada pemurnian gas dengan menggunakan CaO dan katalis CaCl₂ dapat mereduksi gas CO₂ sampai 21% [11].

4. Kesimpulan

Kadar CO₂ sebelum di purifikasi sebesar 15%, sedangkan kadar H₂S memiliki kadar sebesar 17 – 19 ppm. kadar ini terlalu tinggi oleh sebab itu perlu di purifikasi pemurnian dengan menggunakan CaO dapat mereduksi gas CO₂ sebesar 0,1 % dan H₂S 21 %. Dan untuk absorben NaOH dapat menyerap gas CO₂ sebesar 24 % dan H₂S 77,4 %.

Penyerapan gas CO₂ dan H₂S yang paling efektif dengan menggunakan NaOH karena nilai penyerapan terhadap gas asam ini cukup besar. Tetapi NaOH ini mudah mengalami regenerasi hanya mampu mereduksi selama 75 sebanyak 188,4 gram.

Absorben CaO dalam penyerapan gas CO₂ dan H₂S diperlukan katalis, supaya mudah berreaksi sehingga penyerapan terjadi.

5. Referensi

- [1] Wichitpan Rongwong, Somnuk Boributha, Suttichai Assabumrungratb, Navadol Laosiripojanac,, Ratana Jiraratananona (2011). **Simultaneous absorption of CO₂ and H₂S from biogas by capillary membrane contactor.** *Journal of Membrane Science* 392– 393 (2012) 38– 47.
- [2] Lau C.S *et all*, (2010), **Biogas upgrade to syn-gas (H₂eCO) via dry and oxidative reforming** international journal of hydrogen energy 36 (2011) 397- 404
- [3] B.U. Bagudo¹, B. Garba², S. M. Dangoggo¹ and L.G. Hassan¹, (2011), **The qualitative evaluation of Biogas Samples Generated from Selected Organic Wastes.** Available online at www.scholarsresearchlibrary.com
- [4] D. Ramírez-Sáenz, P.B. Zarate-Segura, C. Guerrero-Barajas, E.I. García-Peña, (2008), **H₂S and volatile fatty acids elimination by biofiltration: Clean-up process for biogas potential use.** *Journal of Hazardous Materials* 163 (2009) 1272–1281
- [5] Skrtic Lana, 2006, **Hydrogen Sulfide Oil and gas and People's Health**, submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of master's of science, energy and resources group university of California, Berkeley.
- [6] R.N Rostika (2011). **Biofikasi CO₂ oleh Mikroalga Chlamydomonas SP untuk pemurnian biogas.**
- [7] Ping Ning, Fenrong Li, Honghong Yi, Xiaolong Tang, et al, 2012, **Adsorption equilibrium of methane and carbon dioxide on microwave-activated carbon**, college of Envirotmen Science and Engineering Kunming University of Scince and Teknolog, Kuming 650500, China.
- [8] SayeA.M.Marzouk, Mohamed H.Al-Marzouqi, Masaaki Teramoto, Nadia Abdullatif , Zahoor M.Ismail ,(2011), **Simultaneous removal of CO₂ and H₂S from pressurized CO₂–H₂S–CH₄ gas mixture using hollow**
- [9] Margareta Persson and Arthur Wellinger, (2006), **Biogas Upgrading and Utilisation**, IEA Bioenergy.
- [10] Tippiyawong N , P .Thanompangchart (2010), **Biogas quality upgrade by simultaneous removal of CO₂ and H₂S in a packed column reactor.** Departemen of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
- [11] Abdurrahman Arief (2013), **Rancang bangun alat purifikasi biogas dengan menggunakan CaO dan water scrubber.**